

# **PROTOTIPE PERANCANGAN MINI GENERATOR ANGIN BILAH VERTIKAL**



Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Jurusan  
Teknik Elektro Fakultas Teknik

Oleh:

**Muhammad Maulana Riza Riyadi**

**D 400 150 126**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2019**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**PROTOTIPE PERANCANGAN MINI GENERATOR ANGIN BILAH VERTIKAL**

**PUBLIKASI ILMIAH**

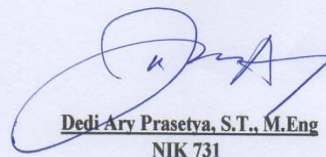
oleh:

**MUHAMMAD MAULANA RIZA RIYADI**

**D400150132**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing

  
**Dedi Ary Prasetya, S.T., M.Eng**  
**NIK 731**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PROTOTYPE PERANCANGAN MINI GENERATOR ANGIN  
BILAH VERTIKAL**

**OLEH**

**MUHAMMAD MAULANA RIZA RIYADI**

**D 400150126**

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji**

**Fakultas Teknik Elektro**

**Universitas Muhammadiyah Surakarta**

**Pada hari Rabu, 17 Juli 2019**

**dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

**Dewan Penguji:**

**1. Dedi Ary Prasetya S.T., M.Eng**

**(Ketua Dewan Penguji)**

**2. Agus Supardi S.T., M.T**

**(Anggota I Dewan Penguji)**

**3. Haysim Asy'ari S.T., M.T**

**(Anggota II Dewan Penguji)**

**Dekan,**



**Ir. Sri Sunariono M.T., Ph.D.**

**NIK. 628**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 17 Juli 2019

Penulis



MUHAMMAD MAULANA RIZA RIYADI

D400150126

## PROTORIPE PERANCANGAN MINI GENERATOR ANGIN BILAH VERTIKAL

### Abstrak

Pembangkit listrik tenaga angin kebanyakan menggunakan bilah sumbu Horizontal. Pada model ini, bilah dan generator yang digunakan memiliki ukuran dimensi yang lebih kecil. Pada prototipe ini menggunakan bilah vertikal jenis *savonius*, jenis bilah ini mampu menerima angin dari arah manapun tanpa berputar ke arah sebaliknya. Penggunaan bilah vertikal tidak membutuhkan *yaw* dan ekor untuk mencari angin sehingga konstruksi lebih mudah. Pemberian penyangga bilah dilakukan agar rotor tidak terbebani berat bilah sehingga mengakibatkan menurunnya putaran rotor. Guna mendapatkan hasil yang maksimal pada penelitian digunakan metode yaitu perancangan alat, pengujian alat, pengambilan data dan analisa hasil. Generator yang digunakan berasal dari motor dc yang di balik arah putarannya, yang semula mengkonsumsi listrik menjadi menghasilkan listrik. Prototipe mampu menghasilkan listrik pada kecepatan 2,8m/s pada rpm 257, sedangkan untuk penaikan tegangan menggunakan boost converter dimulai pada tegangan 2,27 volt. Generator mampu melakukan pengisian baterai pada rpm 430 dan dapat menghidupkan lampu pada rpm 550. Kekurangan dalam penggunaan motor dc sebagai generator yaitu dikarenakan adanya sikat arang yang dapat habis, sehingga diperlukan pengecekan dan penggantian rutin.

**Kata Kunci:** Turbin angin, konfigurasi vertikal, kecepatan angin, motor dc, generator dc

### Abstract

Most wind power plants use Horizontal axis blades. In this model, the blades and generators used have smaller dimensions. In this prototype using a Savonius type vertical blade, this type of blade is able to receive wind from any direction without turning in the opposite direction. The use of vertical blades does not require yaw and tail to look for wind so that construction is easier. Provision of blade support is done so that the rotor is not burdened by the weight of the blades, resulting in decreased rotor rotation. In order to obtain maximum results in the study used methods namely tool design, tool testing, data collection and analysis of results. The generator used comes from a dc motor which is behind the direction of rotation, which initially consumes electricity to produce electricity. The prototype is able to produce electricity at a speed of 2.8m / s at 257 rpm, while for raising the voltage using a boost converter starts at a voltage of 2.27 volts. The generator is able to charge batteries at 430 rpm and can turn on the lamp at 550 rpm. The shortage in using a dc motor as a generator is

due to the presence of a charcoal brush that can run out, so that it is necessary to check and replace regularly.

**Keywords:** Wind turbines, vertical configuration, wind speed, dc motor, dc generator

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia yang merupakan negara kepulauan yang berpotensi sangat besar dalam pengembangan PLTB (Pembangkit Listrik Tenaga Angin) dikarenakan pesisir memiliki tingkat kecepatan udara yang lumayan tinggi. Sehingga energi angin dapat digunakan sebagai salah satu solusi dalam menyikapi masalah konsumsi energi fosil yang sangat besar mengingat saat ini hampir setiap rumah sudah terhubung listrik. Potensi energi angin yang ada di Indonesia secara umum sangat kecil, karena kecepatan angin umumnya rendah yaitu 3-5 m/detik. Walaupun demikian, hal ini sudah cukup memadai untuk membangkitkan pembangkit listrik skala kecil.

Indonesia sudah mempunyai Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) pertama di Kabupaten Sidrap, Sulawesi Selatan, dengan menggunakan baling-baling konfigurasi horizontal. Akan tetapi ukurannya yang begitu besar dengan konfigurasi jenis horizontal membuat pembangkit tersebut memakan banyak tempat dan membutuhkan konstruksi yang rumit dan lokasinya yang harus berada pada ketinggian untuk mendapatkan angin yang cukup guna memutar turbin. Pada perancangan *prototipe* ini menggunakan ukuran generator yang lebih kecil dan konstruksi mekanik yang tidak begitu rumit.

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) yang ada di sidrap memiliki beberapa kekurangan, terutama karena penggunaan baling-baling konfigurasi horizontal yang membutuhkan *yaw* dan ekor untuk mencari posisi arah angin berhembus, sehingga kurang optimal apabila digunakan ketika angin datang dari arah lain. Salah satu bentuk baling-baling yang cukup baik untuk mendapatkan angin dari beberapa arah adalah menggunakan baling-baling sumbu vertikal. Turbin vertikal dikopel dengan generator dengan memberikan penyangga pada

bagian baling-baling sehingga rotor tidak menerima beban tambahan dari berat baling-baling.

Konstruksi bilah yang digunakan pada perancangan ini yaitu bilah sumbu vertikal jenis savonius. Pada jenis *savonius* bilah dirancang membentuk huruf S dengan meletakkan poros pada tengahnya, sehingga putaran bilah akan tetap konstan meskipun menerima angin dari arah manapun. Selain itu penggunaan baling-baling jenis vertikal sendiri dapat diletakkan di tanah sehingga dapat mengurangi beban penyangga dan prototipe dapat diletakkan di atas tanah.

Pada perancangan prototipe ini menggunakan motor dc yang di balik arah putarnya menjadi yang semula berputar *counter clockwise* (CCW) menjadi putaran *clockwise* (CW) sehingga polaritas berpindah yang semula arus bergerak dari positif menuju negatif menjadi negatif menuju positif. Selain karena konstruksi motor dc yang sederhana, motor dc dapat dengan mudah dicari dimanapun dengan harga yang murah dan memiliki ukuran yang bermacam-macam.

Generator yang umumnya digunakan sebagai pengubah energi gerak menjadi listrik berukuran lumayan besar pada perancangan ini di gunakan generator dc yang ukurannya lebih kecil sehingga tidak perlu ukuran tempat yang besar untuk pembangkitan listrik.

Generator DC memiliki dua bagian, yaitu stator dan rotor, Bagian stator terdiri dari rangka motor, belitan stator, sikat arang, *bearing* dan *terminal box*. Sedangkan bagian rotor terdiri dari komutator, belitan rotor, kipas rotor dan poros rotor. Kekurangan dari penggunaan generator dc tersendiri yaitu sikat arang yang semakin sering di gunakan akan cepat habis sehingga memerlukan pengecekan dan perawatan secara rutin.

Dengan perancangan pengujian dan perancangan prototipe ini diharapkan kedepannya rumah-rumah dapat menerapkan konsep *green energy*. Merancang pembangkit sendiri dengan menggabungkan secara seri sehingga nilai tegangan

yang dihasilkan lebih besar dan cukup untuk mengisi baterai ataupun untuk menerangi lampu di luar rumah.

## **2. METODE**

Ada beberapa tahapan perancangan metode penelitian, tahapannya dimulai dari persiapan alat bahan, perancangan bilah/turbin angin vertikal, pembuatan turbin angin vertikal, pengujian alat dan pengambilan data.

### **2.1 Tahap Penelitian**

Penulisan ini menggunakan beberapa metode dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan yang terdiri dari mempelajari karakteristik bilah, mempelajari jenis generator DC penguat terpisah dan konstruksinya, mempersiapkan alat dan bahan, perancangan alat, pengumpulan data dan analisa hasil.

#### **2.1.1 Perancangan Alat**

Pada tahap perancangan alat ini mendesain bilah sumbu vertikal savonius kemudian menggabungkan beberapa komponen yang dibutuhkan menjadi prototipe pembangkit listrik tenaga angin konfigurasi vertikal.

#### **2.2.2 Pengujian dan Pengambilan Data**

Tahapan pengujian dilakukan dengan cara menguji rangkaian dan pengujian dengan meletakkan alat di tempat yang mempunyai kecepatan angin yang cukup untuk menggerakkan bilah tersebut. Pengambilan data dilakukan dengan beberapa cara sebagai berikut

- 1) Mengukur kecepatan putar kincir angin (Tachometer)
- 2) Mengukur tegangan yang keluar dari generator (voltmeter)
- 3) Mengukur tegangan yang keluar dari *boost converter* (voltmeter)
- 4) Mengukur kecepatan angin (Anemometer)
- 5) Mengukur arus jika pembangkit diberi beban (amperemeter)

#### **2.2.3 Analisis Data**

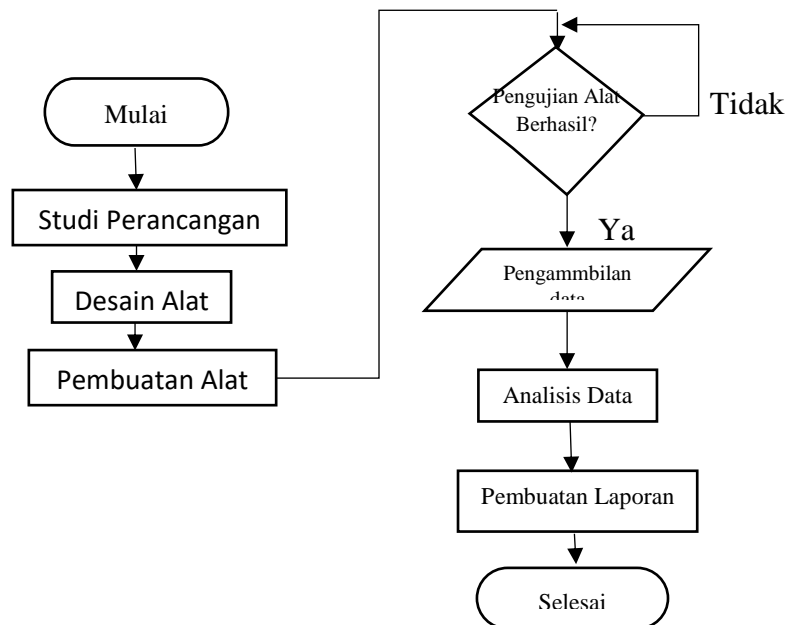
Pada tahap ini setelah pengambilan data baik tegangan, arus dan kecepatan putaran, kemudian data di kelompokkan dan di hitung serta menganalisa hasil percobaan guna mencari kesimpulan dari pengujian.



## 2.2 Alat dan Bahan

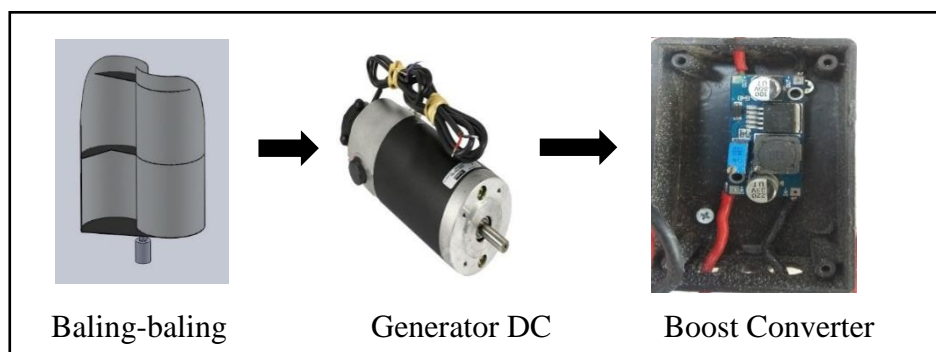
- 1) Motor Dc 1 Fasa
- 2) Bilah Vertikal tipe Savonius
- 3) *Bearing*
- 4) Tachometer
- 5) Multimeter
- 6) Anemometer
- 7) *DC Boost Converter*

## 2.3 Flowchart Penelitian



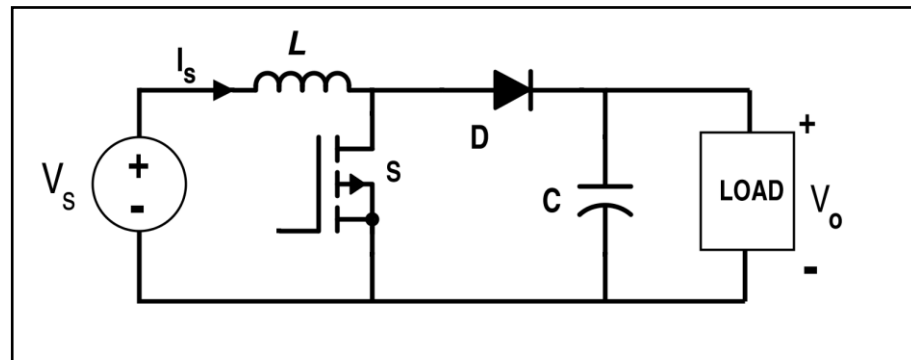
Gambar 1. Flowchart penelitian

## 2.4 Gambar Skema Rangkaian



Gambar 2. Skema rangkaian

## 2.5 Skema Boost Converter

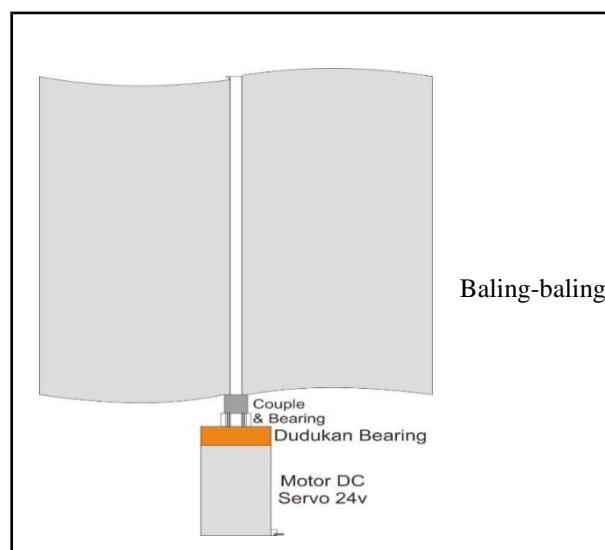


Gambar 3. Skema *boost converter*

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Desain Peralatan

Desain *prototype* energi terbarukan Pembangkit listrik yang menggunakan energi angin. Energi ini menjadi faktor utama untuk memutar generator yang di kopel dengan bilah yang berbentuk vertikal. Pemberian penyangga bilah dilakukan agar bilah tidak membebani rotor generator. Generator tersebut nantinya akan mengeluarkan tegangan dan arus DC. Setelah tegangan keluar selanjutnya akan dinaikkan oleh *boost converter* yang bisa diatur tegangan menggunakan *potensio*.

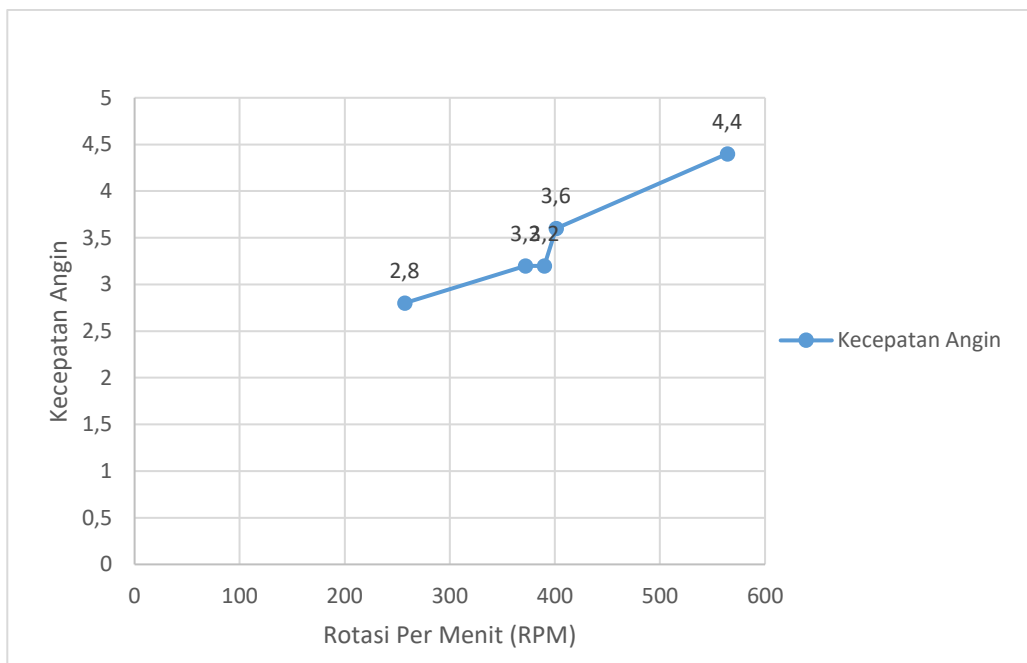


Gambar 4. Desain *prototype*

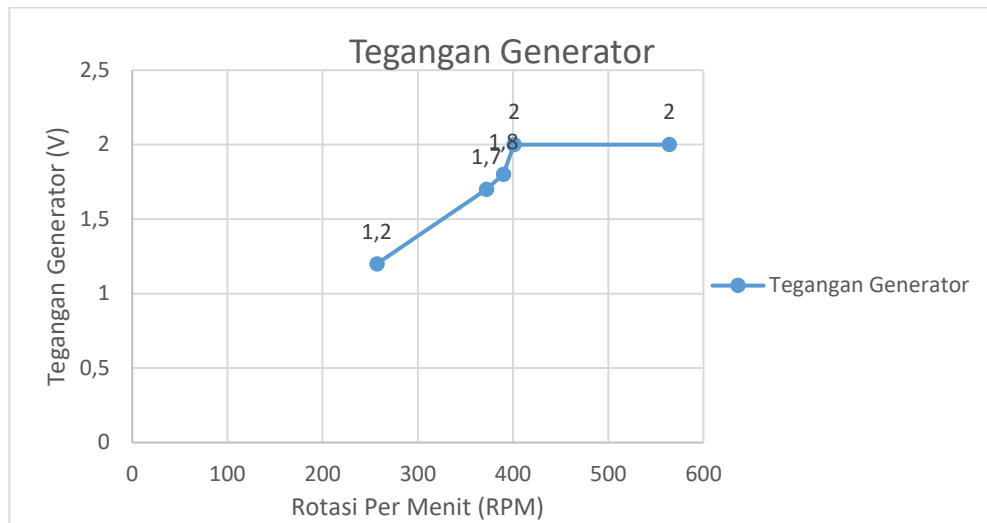
### 3.2 Hasil Pengukuran Tegangan dan Arus

Tabel 1. Pengukuran generator tanpa beban dengan bilah

Pengujian Generator Tanpa Beban		
Kecepatan Angin (M/s)	Tegangan Generator (V)	Kecepatan Putar Generator (Rpm)
2,8	1,2	257
3,2	1,7	372
3,2	1,8	390
3,6	2	401
4,4	2	564



Gambar 5. Grafik pengaruh kecepatan angin terhadap rpm bilah

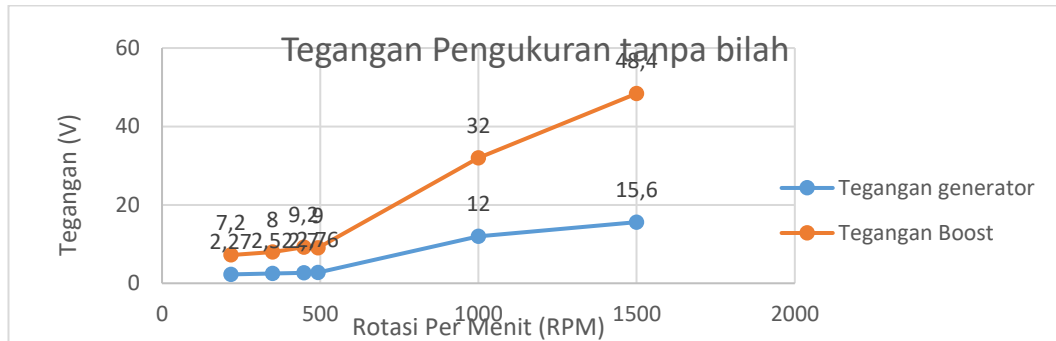


Gambar 6. Grafik pengaruh rpm terhadap tegangan keluaran

Hasil pengukuran pada table 1 yang berlokasi di pantai parangtritis pengukuran dilakukan dari pukul 12.20 sampai 13.40 pengujian dilakukan 20 menit sekali didapatkan hasil seperti tabel diatas. Kecepatan angin yang terbatas membuat pengujian tidak maksimal, dari hasil pengujian didapatkan bahwa generator mulai menghasilkan listrik pada kecepatan angin 2,8m/s .

Tabel 2. Pengukuran generator tanpa beban tanpa bilah

Pengujian Generator Tanpa Beban		
Rotasi Per Menit (Rpm)	Tegangan Generator (V)	Tegangan Boost Converter (V)
218	2,27	7,2
349	2,52	8
448	2,70	9,2
493	2,76	9,0
1000	12	32
1500	15,6	48,4

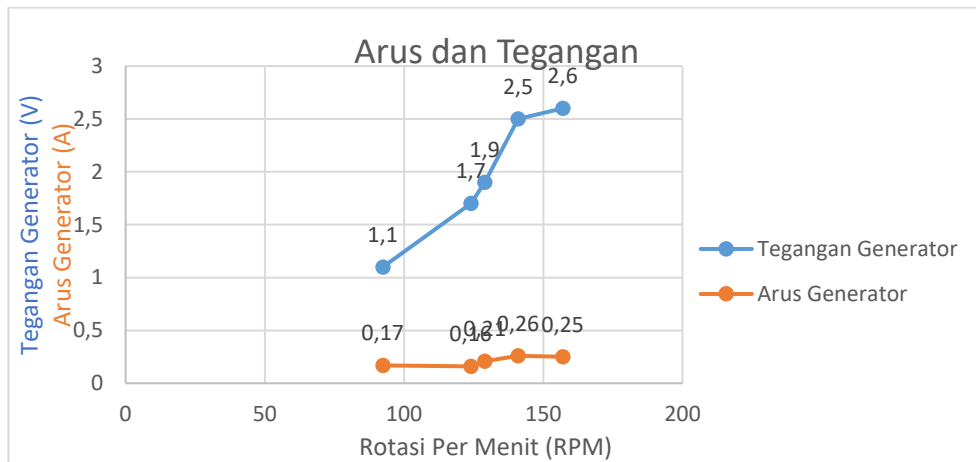


Gambar 7. Grafik tegangan boost pengukuran tanpa bilah di laboratorium

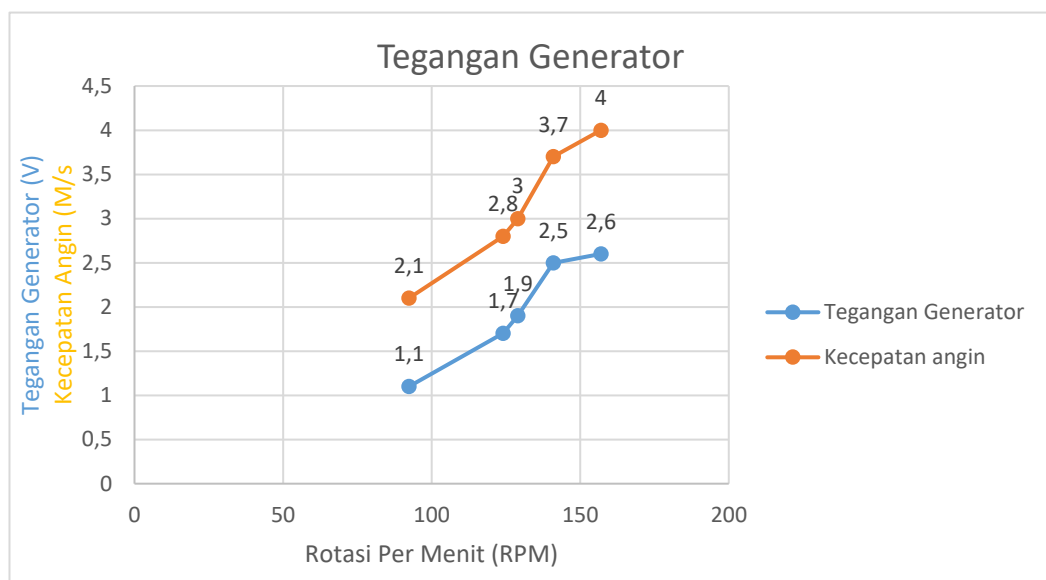
Hasil pengukuran pada tabel 2 merupakan hasil pengukuran tanpa beban menggunakan *boost converter* yang dilakukan di laboratorium, percobaan dilakukan dengan mengkoppel generator DC dengan motor DC hasil yang di dapatkan dari pengukuran menunjukkan perubahan tegangan yang sangat signifikan ketika putaran melebihi 493 rpm.

Tabel 3. Pengukuran generator tanpa beban di laboratorium

Pengujian Generator Tanpa Beban			
Kecepatan putar rotor (Rpm)	Tegangan Generator (V)	Kecepatan Angin (M/s)	Arus Generator (A)
92,4	1,1	2,1	0,17
124	1,7	2,8	0,16
129	1,9	3	0,21
141	2,5	3,7	0,26
157	2,6	4	0,25



Gambar 8. Grafik pengukuran tegangan dan arus dengan bilah di laboratorium

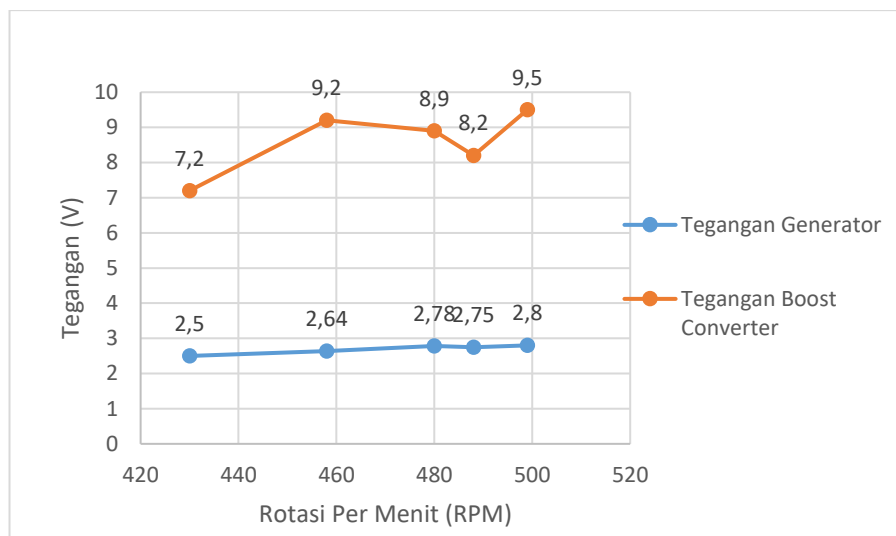


Gambar 8. Grafik pengaruh kecepatan angin terhadap tegangan generator

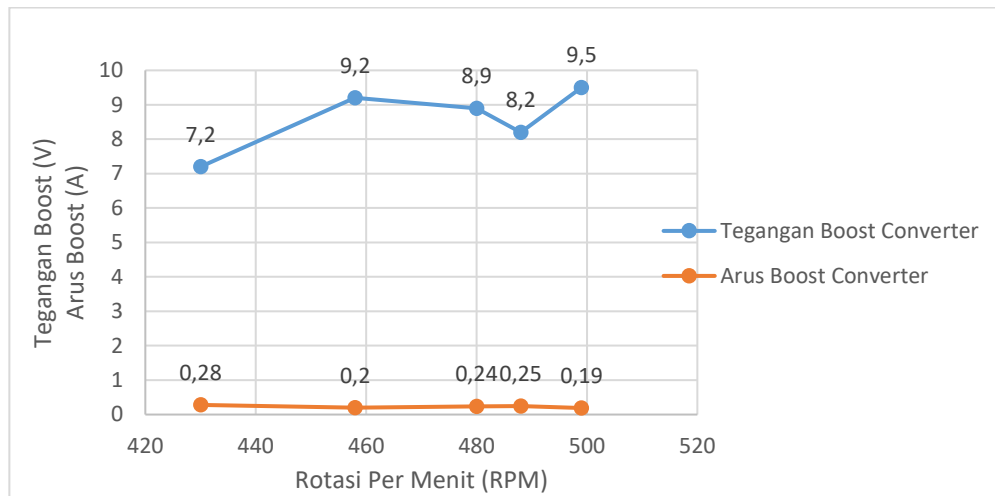
Hasil percobaan di laboratorium menggunakan *blower* sebagai pendorong bilah didapatkan hasil seperti tabel diatas. Nilai rotasi per menit yang di dapatkan sangat kecil karena arah kecepatan angin berbeda pada tiap titiknya, nilai tegangan input yang dihasilkan mengikuti kecepatan putar, semakin cepat putaran semakin cepat tegangan. Arus yang dihasilkan berubah-ubah dan tidak stabil. Dikarenakan arah angin yang mendorong bilah hanya dari satu arah dan pada ruangan tertutup sehingga putaran menjadi terbatas, tetapi generator sudah mampu menghasilkan listrik meskipun dengan nilai yang begitu kecil.

Tabel 4. Pengukuran dengan beban mencharger hp

Generator dengan beban			
Kecepatan putar rotor(Rpm)	Tegangan Input (V)	Tegangan <i>Boost Converter</i> (V)	Arus Boost Converter (A)
430	2,5	7,2	0,28
458	2,64	9,2	0,2
480	2,78	8,9	0,24
488	2,75	8,2	0,25
499	2,8	9,5	0,19



Gambar 9. Grafik pengukuran tegangan generator tanpa beban di laboratorium



Gambar 10. Grafik perbandingan arus dan tegangan boost converter

Hasil pengukuran pada tabel 4 bahwa saat generator terbebani untuk mengisi baterai hp, tegangan input cenderung stabil, akan tetapi tegangan *boost converter* berubah mengikuti nilai arus yang dihasilkan. Arus yang dihasilkan setelah *step up* sangat kurang karena tegangan input yang kecil dinaikkan dengan *boost converter*. Nilai tegangan *boost converter* berbanding terbalik nilai arus yang dihasilkan, apabila nilai arus turun maka tegangan hasil *step up* naik. Generator mulai mengisi baterai hp pada rpm 430 pada nilai input 2,5 V yang dinaikkan menggunakan *boost converter* menjadi 7,2 V dengan nilai arus 0,28 Ampere.

Tabel 5. Pengukuran dengan beban lampu dc 12V

Generator dengan beban lampu		
Kecepatan putar rotor(Rpm)	Tegangan <i>Boost</i> Converter (V)	Lampu
550	11,4	Menyala



Hasil pengukuran pada tabel 5 yang dilakukan dilaboratorium, dapat diketahui bahwa generator dapat menghidupkan lampu pada rpm 550 dengan tegangan keluaran sebesar 11,4 volt.

#### **4. PENUTUP**

Berdasarkan hasil perhitungan dan pengujian diatas penullis dapat menyimpulkan bahwa :

- 1) Pada perancangan pembangkit listrik tenaga angin konfigurasi bilah vertikal ini *prototipe* memiliki sumber tegangan DC yang di *Step Up* dengan menggunakan *DC Boost* untuk menghasilkan tegangan yang dapat digunakan pada beban
- 2) Generator mulai menghasilkan listrik pada kecepatan angin 2,8m/s
- 3) Generator mampu mengisi batere pada rpm 430 dan nilai tegangan input 2,5 volt
- 4) Generator ini mampu mencharger handphone ketika bilah berputar diatas 450 rpm tanpa terjadinya slip
- 5) Dalam pengujian dilapangan dan dilaboratorium ditemukan perbedaan yang signifikan dari rpm yang dihasilkan. Pengujian diluar ruangan menghasilkan rpm yang lebih tinggi sedangkan pengujian di laboratorium menghasilkan rpm yang rendah akantetapi memiliki putaran yang stabil.
- 6) Pada penelitian prototipe generator angin menggunakan motor dc sebagai generator ini masih memiliki banyak kekurangan diantaranya kurang maksimalnya angin yang di dapatkan sehingga percobaan banyak dilakukan dilaboraatrium.
- 7) Pembangkit ini perlu mengalami perbaikan dalam pembuatan bilah dan model pengkopelan generator dengan bilah tersebut agar putaran yang di hasilkan lebih stabil dan efektif .

#### **PERSANTUNAN**

Dalam penulisan artikel publikasi ilmiah ini penulis berterima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam proses terselesaikannya tugas akhir ini di antaranya sebagai berikut :

- 1) Penulis mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT yang telah memberi petunjuk limpahan karunia yang berlimpah, tidak lupa sholawat nabi Muhammad SAW sehingga dapat terselesaikannya penulisan artikel publikasi ini dengan lancar dan kendala-kendala bisa dihadapi sedikit demi sedikit,
- 2) Bapak drh.Sugeng Riyadi Ibu Zainoni S,E sebagai orang tua yang senantiasa selalu memberikan banyak doa dan dukungan semua kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan dengan baik dan lancar.
- 3) Dosen pembimbing penulis Bapak Dedi Ari Prasetya, ST.,MEng yang selalu memberikan ilmu, motivasi dan membimbing tugas akhir ini selesai.
- 4) Bapak Ibu dosen Jurusan Teknik Elektro UMS yang telah memberikan banyak ilmu yang bermanfaat seputar dunia teknik elektro sehingga penulis bisa menjadikan refrensi untuk tugas akhir ini..
- 5) Terima kasih kepada Kafa, Kharisma, Sadewa, Hafidz, Hanif, Yusuf, Wawan, Dimas, Burhan, Anugrah dan teman-teman angkatan 2015 teknik elektro UMS.
- 6) Terima kasih kepada rekan rekan asisten laboratorium teknik elektro UMS yang ikut serta membantu memfasilitasi penulis dalam mengerjakan tugas akhir ini.
- 7) Terima kasih kepada AeroBo yang telah memberi ilmu organisasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Nakhoda, Y. I. & Saleh, C., 2015. *Rancang Bangun Kincir Angin Sumbu Vertikal Pembangkit Tenaga Listrik Portabel*. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III .
- P. J. Schubel and R. J. Crossley, "Wind turbine blade design," in *Wind Turbine Technology: Principles and Design*, 2014.
- Padillah, F. & Saodah, S., 2014. *Perancangan dan Realisasi Konverter DC-DC Tipe Boost*. Jurnal Reka Elkomika.
- Prayoga, D. S. & Mas Sarwoko S, I., 2016. *Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dengan Vertical-Axis Wind Turbine*. e-Proceeding of Engineering.

- Rosidin, N., 2007. *Perancangan Prototipe SKEA Menggunakan Rotor Savonius Dan Windside Untuk Penerangan Jalan Tol*, Bandung: ITB.
- Sumiati, R., 2014. *Rancang Bangun Micro Turbin Angin Pembangkit Listrik Untuk Rumah Tinggal Didaerah Kecepatan Angin Rendah*, Jakarta: Universitas Muhammadiyah.